

化学

[注意] 必要があれば、次の値を用いよ。また、半反応式を参考にし、用語の定義を参照せよ。

原子量：H=1.0 C=12 O=16 Na=23 Cl=35 K=39 I=130

アボガドロ定数： $6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$ 水のイオン積 (25°C)： $K_w = 1.0 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$

円周率： $\pi = 3.14$ $\log_{10} 2 = 0.30$

$\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})\text{NO}_2$ が酸化剤としてはたらく半反応式： $\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})\text{NO}_2 + 6\text{H}^+ + 6\text{e}^- \rightarrow \text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})\text{NH}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

けん化価：油脂 1 g をけん化するのに必要な KOH の質量 [mg] の数値

ヨウ素価：油脂 100 g に付加するヨウ素の質量 [g] の数値

1 次の問いに答えよ。

[1] 次の事象の理由を 2 行以内で説明せよ。

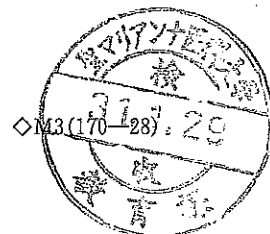
- 1) 一般に、化学反応は温度が高くなると反応速度が大きくなる。
- 2) 希硫酸を調製する際に、濃硫酸に水を加えるのは危険である。

[2] 塩化ナトリウム 11.6 g を 1,2-エタンジオール 200 g に完全に溶解したところ、溶液の密度は 1.17 g/cm^3 になった。この溶液の塩化ナトリウムのモル濃度 [mol/L] を有効数字 2 桁で求めよ。

[3] 0.20 mol/L のグルコース水溶液 100 mL を正確に調製したい。グルコースの水への溶解で、温度は変化しないものとして、次の問いに答えよ。

- 1) 次の操作 (ア) ~ (オ) を正しい順番に並べて手順を示せ。
(ア) ビーカー中のグルコース溶液をガラス容器 A にすべて移す。
(イ) ガラス容器 A の標線まで純水を加える。
(ウ) ガラス容器 A に栓をして、2 ~ 3 回逆さにしてよく混ぜ、水溶液を均一にする。
(エ) ビーカーに必要な量のグルコースと約 50 mL の純水を入れて完全に溶かす。
(オ) ビーカーを少量の純水で洗い、洗液をガラス容器 A にすべて移す。
- 2) 上記 1) の操作で用いるガラス容器 A の名称を記せ。
- 3) 必要なグルコースの質量 [g] を有効数字 2 桁で求めよ。

[4] pH 1.0 の塩酸と pH 13.7 の水酸化ナトリウム水溶液を等量ずつ混合した。混合溶液の pH を小数第 1 位まで求めよ。ただし、混合の前後で溶液の総量は変化せず、温度も 25°C で変化しないものとする。



[5] ある真核細胞において、細胞小器官リソソーム内部の pH を測定したところ 5.00 であった。リソソームを直径 4.00×10^{-7} m の球で、内部が水溶液で完全に満たされていると仮定すると、内部に含まれる水素イオンの個数はいくらか。小数第 1 位を四捨五入して整数値で求めよ。

[6] 可逆反応 $2A + B_2 \rightleftharpoons 2AB$ の進行に伴うエネルギーの変化を図 1 に示す。ただし、X、Y、Z は絶対値表記とする。次の問いに答えよ。

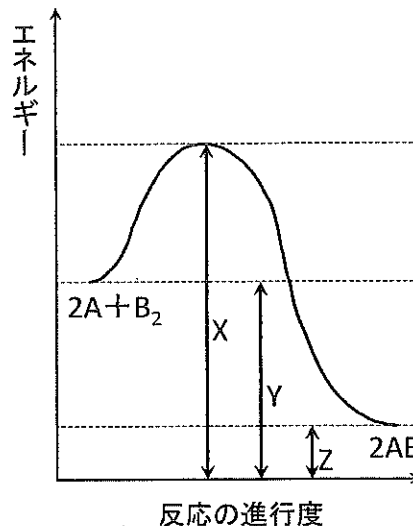


図 1

1) AB を生成する正反応と、その逆反応の活性化エネルギーを X、Y、Z のうちの必要な文字を用いて各々表せ。

2) 触媒を用いるときの、反応の進行に伴うエネルギー変化の概要を解答用紙の図に描け。

3) 密閉容器に濃度 $[A]=3.0$ mol/L、 $[B_2]=1.0$ mol/L となるように A と B_2 を入れ、温度 T [K] に保ったところ、 $[A]$ が減少して 1.5 mol/L になったところで平衡に達した。この反応は多段階反応ではないものとして、温度 T [K] における平衡定数を、単位を添えて有効数字 2 桁で求めよ。

[7] 一酸化窒素は、自動車のエンジン内などで、高温で窒素と酸素が直接反応すると生成する。これは、空気中で速やかに酸化されるが、この酸化物と水が反応すると酸が生成する。大気中の酸の生成は、酸性雨が生じる原因の一つとなる。長期にわたる酸性雨は、植物が栄養素として必要とする土壌中のマグネシウムをイオン化して流失させ、植物の生存を脅かす。

1) 下線部の変化を化学反応式で表せ。

2) 常温で、中性の水に溶けにくく、酸の水溶液によく溶けるマグネシウム化合物を、次の【選択肢】から 1 つ選び、記号で記せ。

【選択肢】 (ア) $MgBr_2$ (イ) $MgCl_2$ (ウ) $MgCO_3$ (エ) $Mg(NO_3)_2$ (オ) $MgSO_4$

3) 上記 2) で選択した化合物が、酸性雨の影響で土壌から流失する理由を、キーワードとして「溶解度」と「飽和」を用いて 2 行で説明せよ。



2 次の文章を読み、下記の問いに答えよ。なお、芳香族化合物の構造式は図2にならって記せ。

微生物によって産生され、ほかの微生物の成育を阻止する化合物を(①)と呼び、細菌による感染症の治療薬として使用される。フレミングは、アオカビの分泌物がブドウ球菌の生育を妨げることを見出し、(②)と命名した。この化合物は分子内の(a)ラクタムと呼ばれる構造が、細菌が細胞壁をつくる際に働く酵素の作用を阻害する。一方、化学合成されるサルファ剤は、一般にスルファニルアミド(*p*-アミノベンゼンスルホンアミド) $C_6H_8N_2O_2S$ の骨格をもつ。細菌は、生命活動に欠かせない葉酸の合成に *p*-アミノ安息香酸を必要とするが、(b)これに似た分子構造をもつスルファニルアミドは葉酸の合成を阻害し、やがて細菌は死滅する。

これに対し、病原体に直接作用するのではなく、病気の症状を緩和する医薬品を対症療法薬といい、図2に示すフェノールから合成できるアセトアミノフェン(*p*-アセトアミドフェノール)は解熱鎮痛剤として広く使われる。

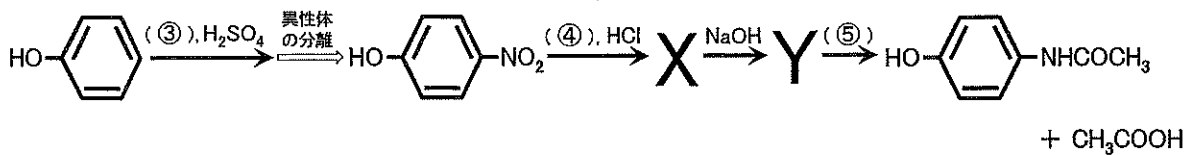


図2

- [1] 文中①、②に適切な語を記せ。
- [2] 下線部(a)は、重合によりナイロン6を生じる化合物にも見られる。解答欄に②の構造式を示す。下線部(a)に該当する部分を線で囲んで示せ。
- [3] 下線部(b)に留意して、*p*-アミノ安息香酸とスルファニルアミドの構造式を各々記せ。
- [4] 図2に示すアセトアミノフェンを合成する反応経路について、次の問いに答えよ。
- 1) 試薬③の分子式を記せ。
 - 2) 化合物X、Yの構造式を各々記せ。
 - 3) 塩酸性下、化合物Xを合成する反応で用いる典型金属元素④を1つ挙げて元素記号を記し、この反応における役割を1行で記せ。また、この反応を化学反応式で記せ。ただし、反応式中の芳香族化合物は図2にならって記すこと。
 - 4) 試薬⑤の名称を記せ。
 - 5) 化合物Y 1.09 gから得られるアセトアミノフェンの質量 [g] を有効数字2桁で求めよ。ただし、反応は完全に進行したものとする。



3 グリセリン (分子量 92) と脂肪酸 X (分子量 280)、脂肪酸 Y (分子量 256) とのエステルである天然の油脂 Z の構造を図 3 に示す。ただし、自然数 m, n, p, q は同じ値をとる場合もある。次の問いに答えよ。

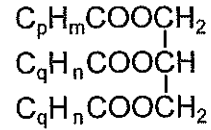


図 3

- [1] 油脂 Z のけん化価は約 197 であった。この油脂を構成する脂肪酸 X と脂肪酸 Y の割合を整数比で表せ。ただし、解答の過程も簡潔に示すこと。
- [2] 油脂 Z のヨウ素価は約 122 であった。この油脂 1 分子中の炭素原子間の二重結合の数を求めよ。
- [3] 脂肪酸 X 140 mg を完全燃焼したところ、水 144 mg と二酸化炭素 396 mg が得られた。脂肪酸 X の分子式を記せ。
- [4] 炭素 (黒鉛)、水素 (気) および脂肪酸 X (液) の燃焼熱をそれぞれ 394 kJ/mol、286 kJ/mol、10900 kJ/mol とする。脂肪酸 X (液) の生成熱を表す熱化学方程式を記せ。
- [5] 自然数 m, n, p, q を定め、油脂 Z の構造を図 3 にならって記せ。
- [6] 油脂 Z に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱し、2 種類の脂肪酸ナトリウムから構成されるセッケンを得た。このセッケン溶液に少量の油を加えて振り混ぜたところミセルが形成された。そのミセルを構成する 2 種類の脂肪酸イオンの示性式を 1 つずつ、油との相互作用が判るように、解答欄の図に描き加えよ。
- [7] 脂肪酸 X は脂肪酸 Y より融点が低い。この理由を、分子間にはたらくファンデルワールス力は、分子量と分子どうしが近接できる面積に依存する点に留意して推察し、3 行で記せ。ただし、不飽和脂肪酸の炭素原子間の二重結合はすべてシス形とし、そのため分子の形状は折れ線形になるものとする。

以上

